

セメント固化処理飛灰の膨張挙動特性について

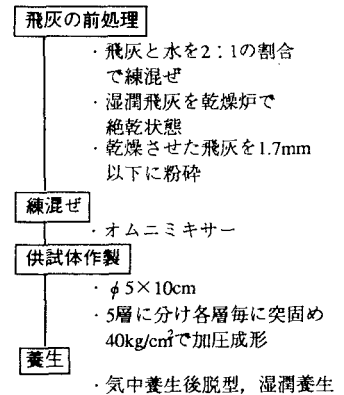
福岡大学工学部 学生員○長谷川 雅宏 正 員 大和 竹史
 “ 正 員 添田 政司 正 員 花嶋 正孝
 “ 正 員 島岡 隆行

1. はじめに

セメント固化された処理物の特徴として、処理物がある程度の大きさ及び強度を有していることが挙げられる。ある程度の大きさを有することは、埋立処分された処理物からの溶出ポテンシャルを低下させ、適度な強度を有することは、跡地利用を行う際に地盤に強度を与えることにつながる。一方、飛灰のセメント固化物は養生中にセメント固化物そのものが膨張・崩壊したり、強度の発現が小さい傾向にある。これらの現象は、高濃度に含有する塩類の影響と考えられており、飛灰のセメント固化に特有の現象と考えられる。また、この現象はセメント固化物の強度を低下させ、崩壊に伴い有害物質が再溶解することが懸念される。本研究は飛灰のセメント固化物の膨張・崩壊現象を把握し、同時にその際の有害物質の溶出特性を明らかにしようとするものである。

2. 実験方法

本実験に使用した飛灰は乾式飛灰（K市飛灰）、セメントは普通ポルトランドセメントである。図-1に供試体（ $\phi 5 \times 10\text{cm}$ ）の作製フローを示す。供試体の作製に当たっては、飛灰に水を添加し所定の期間放置（前処理）した。その際の飛灰：水の割合は2：1の一定とし、放置時間を0d（未処理）、0.5d、1dとした。所定の放置時間ののち、湿潤飛灰を絶乾状態にし、セメントの添加率を10%、20%、30%と配合を変えて混練した。膨張量の測定は、ダイヤルゲージ（1/100mm）を用いて測定した。また、材齢7日、28日にそれぞれ圧縮強度を測定し、環境庁告示13号試験に基づいた溶出試験を行い、そのろ液について水質分析（pH、Cl、Ca、Pb、Cd）を行った。



3. 実験結果及び考察

3-1 セメント固化物の膨張特性及び強度特性

図-2にセメント固化処理物の膨張量の経時変化の一例を示す。まず、最初に前処理時間が膨張量に与える影響を見てみると、未処理のものより前処理時間が長いほど膨張現象は抑制されている。膨張の原因¹⁾として、セメントと水分が反応することにより水酸化カルシウムが生成し、この水酸化カルシウムと無機塩類の反応により炭酸カルシウム、石こう、さらにはエトリンガイト等が生成する。これら反応生成物は、結晶圧によりコンクリートを膨張させることが知られており、飛灰のセメント固化物においても同様の現象が生じたものと考えられる。また、前処理時間の長いもののほど膨張現象が抑制されたのは、前処理の放置期間中に種々の化学反応が進行し、あらかじめ反応生成物が生じたためと考えられる。次に、セメント添化率別について見てみると、セメント添化率が高い30%の方が膨張量は大きく伸びている。この理由としてセメントの添加量が増えることにより、膨張要因とされる炭酸

図-1 供試体の作製フロー

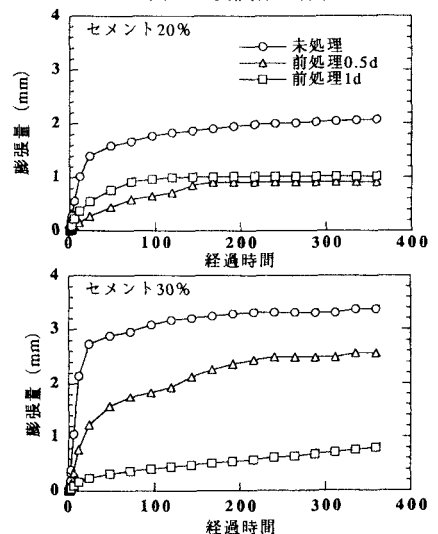


図-2 膨張量の経時変化

カルシウム、エトリンガイト等の反応生成物が多量に生じたものと考えられる。

図-3には、セメント添加率20%の場合の圧縮強度試験の結果を示す。まず、前処理時間について見てみると、未処理のものが高い値を示した。未処理の飛灰はセメントと混練することによって初めてエトリンガイト等の固化物を緻密にする生成物が生じ、膨張するものの強度が得られたものと考えられる。また、前処理時間が長いほど強度は低下しているが、大きな強度低下は見られない。セメント添加率が、10%及び30%の場合も、ほぼ同様な傾向にある。

3-2 各成分の溶出特性

表-1に溶出試験の結果を示す。原灰のpHは12.4と高く、高アルカリ性を示し、セメント固化することによりpHはさらに高くなった。また、セメント添加率、前処理時間に依らず、似かよったpHを示した。次に、原灰のCl⁻は12,800 mg/L、Caは4,700 mg/Lと高濃度を示した。セメント固化物のCl⁻、Caは原灰よりも低くなっている。これは不溶性の塩を形成したことに拠ると考えられる。また、図-4にCl⁻の溶出試験結果を示す。Cl⁻は一般的に反応し難く溶出しやすい成分であるが、セメント添加率が大きいほどCl⁻の濃度は低下し、セメント添加率30%において4.5～6.5 g/Lに減少した。Caも同様の傾向にあり、セメント添加率30%において2.4～2.6 g/Lとなった。最後に、埋立基準値が定められている有害物質Pb、Cdの溶出濃度について見てみる。原灰のPbは2.4mg/Lと埋立基準値(0.3 mg/L)を大きく上回っているが、前処理を行いセメント固化することによりPbの溶出は抑制され、Cl⁻、Caと同様、Pbが不溶化していることが分かる。

図-5にpHとPbの溶出試験結果を示す。セメントの添加率に依らず、pHは約12.8とほぼ一定の値を示しているにもかかわらず、溶出濃度は低下した。未処理の飛灰は、セメント添加率30%において始めて埋立基準を満足しているのに対して、前処理飛灰はセメント添加率10%において既に基準を満足している。なお、原灰及び処理飛灰のCdは定量限界値以下であった。

以上のことより、飛灰と水を混練する前処理によって、セメント固化物の膨張を抑えることができ、強度もある程度得られ、かつ、低いセメント添加率でPb等の溶出抑制効果が認められた。

【参考文献】

1) 樋口芳朗ら：コンクリート工学（I）施工，彰国社

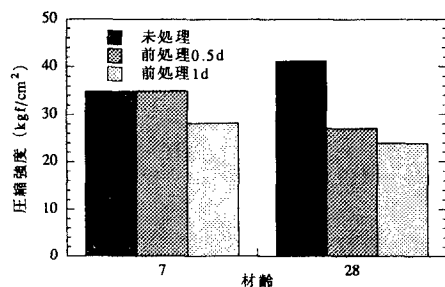


図-3 圧縮強度試験の結果

表-1 溶出試験の結果

試料項目				pH	Cl ⁻	Ca	Pb	Cd
				(-)		(mg/l)		
原灰				12.4	12800	4700	2.40	0.05 >
セメント 添加率	10%	前 処 理 時 間	0d	12.7	7720	3320	0.50	0.05 >
			0.5d	12.8	4020	2190	0.23	0.05 >
			1d	12.7	6550	2860	0.23	0.05 >
	20%		0d	12.8	6570	2970	0.32	0.05 >
			0.5d	12.8	5480	2490	0.20	0.05 >
			1d	12.8	6340	2690	0.21	0.05 >
	30%		0d	12.8	6280	2610	0.25	0.05 >
			0.5d	12.8	4500	2270	0.18	0.05 >
			1d	12.8	5590	2420	0.18	0.05 >

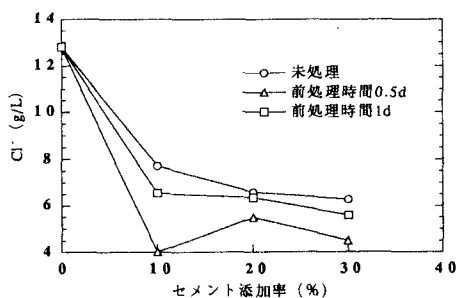


図-4 Cl⁻の溶出試験結果

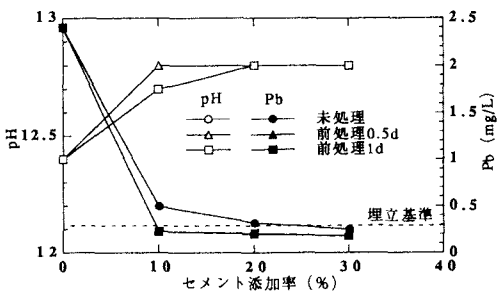


図-5 pH, Pbの溶出試験結果